

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-116056  
(43)Date of publication of application : 14.05.1993

(51)Int.Cl.

B23Q 17/09  
G05B 19/18  
// G05B 23/02

(21)Application number : 03-308430  
(22)Date of filing : 28.10.1991

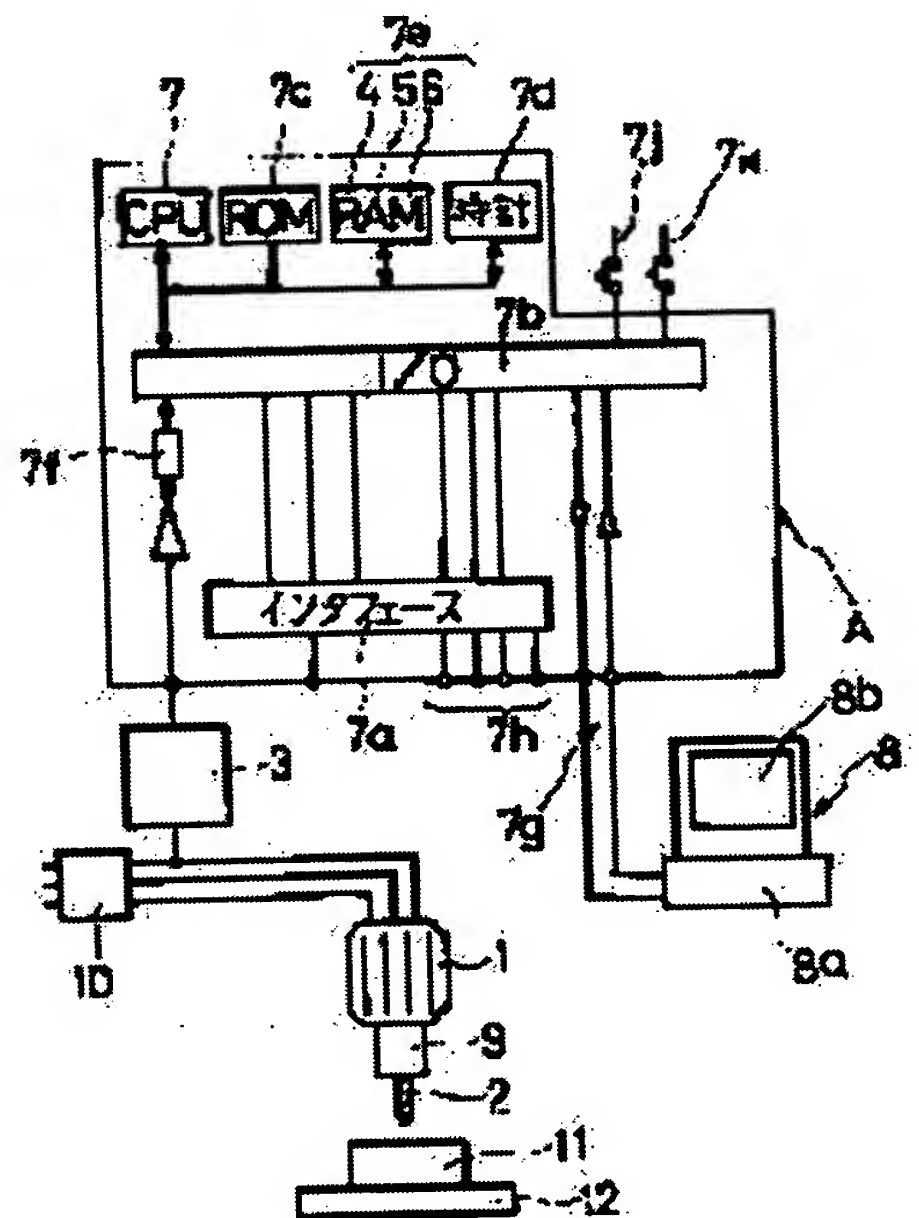
(71)Applicant : RITSUKUSU KK  
(72)Inventor : MIURA KENJI

## (54) FAULT DETECTING DEVICE FOR MACHINE TOOL

### (57)Abstract:

PURPOSE: To enable constant monitoring of variation in the type of tools of a machine tool and also enable judgment of normal or fault of the tool based on the monitored results, in cutting of a work by the machine tool.

CONSTITUTION: A fault detecting device is provided with a current sensor 3 for detecting a load current of a spindle motor 1 of a machine tool. Also the machine tool makes machining several times with a normal tool 2 to set a reference value before fault detection is judged. It is also provided with an allowable area setting means for setting permissible limit based on the reference value obtained from a measurement value of load current by the current sensor 3. Then a fault detecting means is provided, in which, when the measurement value of load current by the current sensor 3 is within the permissible limit when the fault detection is judged, the tool 2 is judged normal and, if it is out of the permissible limit, it is judged faulty.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	26.10.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	24.10.2000
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 1 1 6 0 5 6

(43) 公開日 平成5年(1993)5月14日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q	17/09	D 8612- 3 C		
G 0 5 B	19/18	X 9064- 3 H		
// G 0 5 B	23/02	3 0 2 S 7208- 3 H		

審査請求 未請求 請求項の数 4

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平3-308430

(22) 出願日 平成3年(1991)10月28日

(71) 出願人 000179328

リックス株式会社

福岡県福岡市博多区山王1丁目15番15号

(72) 発明者 三浦 憲治

福岡市博多区山王1丁目15番15号 リックス株式会社内

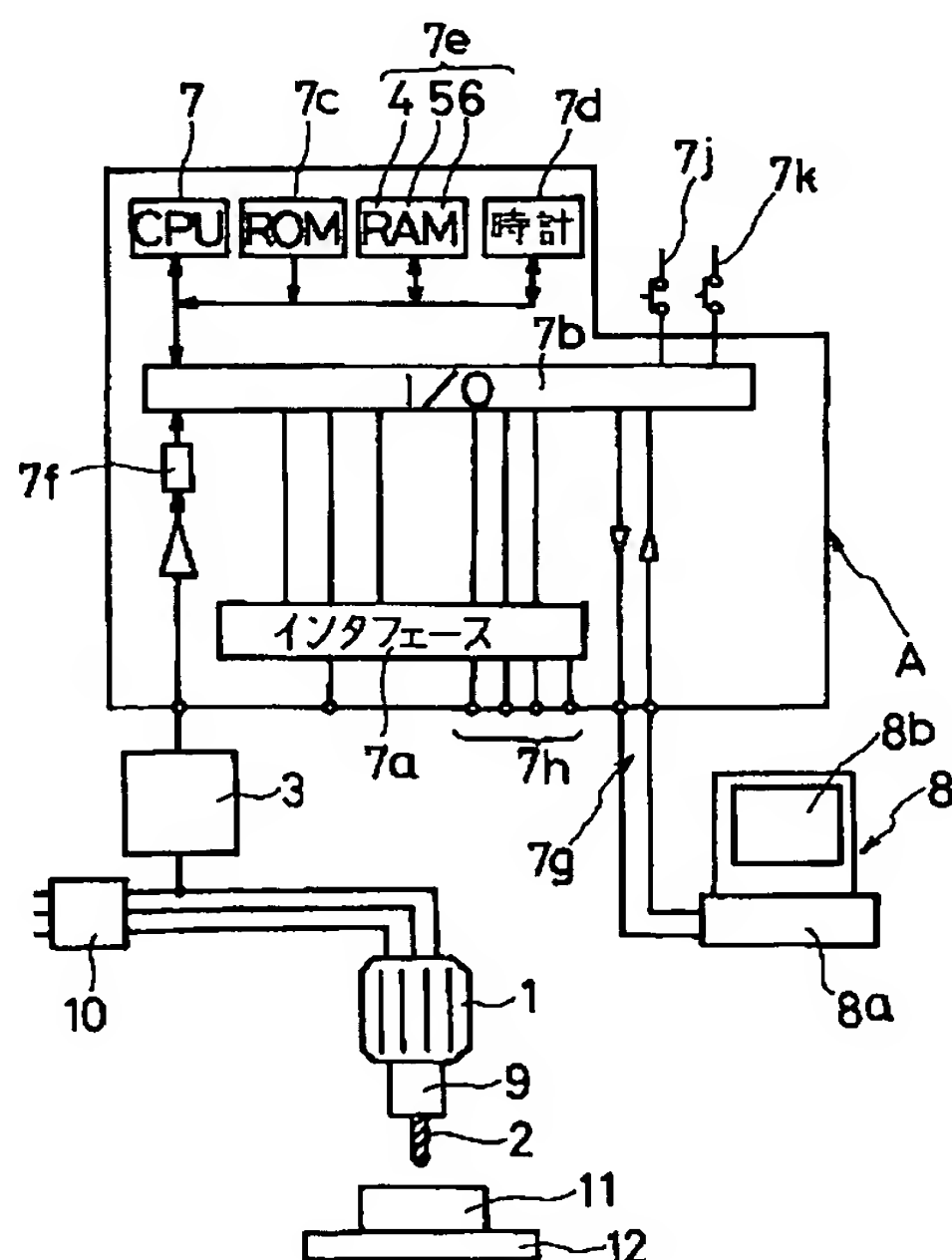
(74) 代理人 弁理士 萼 経夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 工作機器の異常検出装置

(57) 【要約】

【目的】 工作機器によるワークの切削加工を行うにあたり、工作機器の工具の変化を常時監視することを可能とすると共に、この監視結果に基づき工具の正常・異常の判定を行うことを可能とすることを目的とする。

【構成】 工作機器の主軸モータ1の負荷電流を検出する電流センサ3を具備する。また、異常検出判定前に基準値設定のため工作機器の正常な工具2による加工を複数回行う。そして、この時の電流センサ3による負荷電流の測定値から得られた基準値を基に許容範囲を設定する許容範囲設定手段を設ける。また、異常検出判定時に電流センサ3による負荷電流の測定値が許容範囲内であれば工具2は正常とし、許容範囲外であれば工具2は異常とする異常検出手段とを設けた構成とする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 被検査物である工作機器の動力用モータの負荷電流を検出する負荷電流検出手段と、前記動力用モータの正常電流をあらかじめ行われる複数回の工作機器の正常な作動による試験データから基準値として設定すると共に、該基準値を基に許容範囲を定める許容範囲設定手段と、前記負荷電流検出手段から出力された電流値を前記許容範囲設定手段に定められた許容範囲と比較することによって、該電流値が許容範囲内であれば正常とし、許容範囲を越えたときには異常であるとする異常検出手段と、を備えていることを特徴とする工作機器の異常検出装置。

**【請求項2】** 前記許容範囲設定手段が、異常検出判定前に工作機器の正常な作動を複数回行って得られる負荷電流の測定値を重ね書きし、この重ね書きした測定波形から、最大値波形、最小値波形、平均値波形を少なくともいずれか一つを求め、このいずれかの波形を嵩上げもしくは嵩下げして上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定することを特徴とする請求項1記載の工作機器の異常検出装置。

**【請求項3】** 前記許容範囲設定手段が、異常検出判定前に工作機器の正常な作動を複数回行って得られる負荷電流の測定値の、所定のポイントのデータを集めて標準偏差を求め、この標準偏差の上限と下限を決定して許容範囲を設定することを特徴とする請求項1記載の工作機器の異常検出装置。

**【請求項4】** 前記許容範囲設定手段が、異常検出判定前に工作機器の正常な作動を複数回行って得られる負荷電流の測定値を重ね書きし、この重ね書きした測定値から、最大値波形、最小値波形、平均値波形を少なくともいずれかひとつを求め、このいずれかの波形を嵩上げもしくは嵩下げして上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定し、さらに、工作機器の正常な作動を実際に複数回行って得られるバラツキを基に検査範囲を設定し、前記異常検出手段が、異常検出判定時に読み込む各データが、異常検出範囲内において前記許容範囲内であれば正常と判定する一方、前記許容範囲から外れた際に異常と判定することを特徴とする請求項1記載の工作機器の異常検出装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、工作機器において、工具と設備が耐用年数を過ぎ、あるいは摩耗や油切れを生じたために性能劣化したときや、温度や湿度あるいは外的振動等の要因によって正常に機能しなくなることによって生ずる加工不良を防止するための、工作機器の異常検出装置に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来、工作機器の工具寿命の管理方法は、加工時間を積算して寿命に達するあたりで刃具を交換するか、もしくは、NCコントロールの機能である工具寿命管理機能を使って工具毎に設定された使用時間や加工個数をカウントしてそれを越えるとNCコントロールから処理動作信号がでて、自動的に刃具を交換している。

**【0003】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、上記のような管理方法の場合、工具の寿命を実績として把握している必要がある。また、新品工具、再研磨工具の寿命の差異や工具のでき具合で左右されるので、寿命設定が難しく、結果的に使用時間を短く設定する方向になる。また、管理方法が使用時間や加工個数のみであるため、偶発的な工具の折損や破損などの事象に対応できず、量産加工の場合、多数のワークに切削不良品を出し、また、工作機器自体に異常な負荷がかかり総合的にダメージが大きくなる可能性がある。

**【0004】** 本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、工具の加工状態を工作機器の主軸モータまたは送りモータ等の動力用モータの負荷電流により検出し、この電流の測定値の許容範囲となる上限値と下限値を、1サイクルの任意測定ポイントにおける標準偏差を基に設定したり、判定用パターン形成用に取り込んだ複数サイクル分の測定値の最大値と最小値、またはこの最大値と最小値とを修正して判定用パターンが形成でき、工具の特性に適合した正常・異常の判定ができるようにした工作機器の異常検査装置を提供することを目的とする。

**【0005】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明は、上記課題を解決するための手段として、被検査物である工作機器の動力用モータの負荷電流を検出する負荷電流検出手段と、前記動力用モータの正常電流をあらかじめ行われる複数回の工作機器の正常な作動による試験データから基準値として設定すると共に、該基準値を基に許容範囲を定める許容範囲設定手段と、前記負荷電流検出手段から出力された電流値を前記許容範囲設定手段に定められた許容範囲と比較することによって、該電流値が許容範囲内であれば正常とし、許容範囲を越えたときには異常であるとする異常検出手段と、を備えていることを特徴とする工作機器の異常検出装置である。

**【0006】** また、前記許容範囲設定手段が、異常検出判定前に工作機器の正常な作動を複数回行って得られる負荷電流の測定値を重ね書きし、この重ね書きした測定波形から、最大値波形、最小値波形、平均値波形を少なくともいずれか一つを求め、このいずれかの波形を嵩上げもしくは嵩下げして上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定する工作機器の異常検出装置である。

**【0007】** また、前記許容範囲設定手段が、異常検出

判定前に工作機器の正常な作動を複数回行って得られる負荷電流の測定値の、所定のポイントのデータを集めて標準偏差を求め、この標準偏差の上限と下限を決定して許容範囲を設定する工作機器の異常検出装置である。

【0008】また、前記許容範囲設定手段が、異常検出判定前に工作機器の正常な作動を複数回行って得られる負荷電流の測定値を重ね書きし、この重ね書きした測定値から、最大値波形、最小値波形、平均値波形（基準値波形ともいう）を少なくともいずれかひとつを求め、このいずれかの波形を嵩上げもしくは嵩下げして上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定し、さらに、工作機器の正常な作動を実際に複数回行って得られるバラツキを基に検査範囲を設定し、前記異常検出手段が、異常検出判定時に読み込む各データが、異常検出範囲内において前記許容範囲内であれば正常と判定する一方、前記許容範囲から外れた際に異常と判定する工作機器の異常検出装置である。

【0009】

【作用】上記のような構成により、異常検出判定前に、実際に工作機器の正常な作動を複数回行って、この時に、負荷電流検出手段で得られる負荷電流測定値を基に、許容範囲設定手段で測定値の許容範囲を設定する。この場合、負荷電流測定値を重ね書きし、この重ね書きした測定値波形から、最大値波形、最小値波形、平均値波形を少なくともいずれか一つを求め、このいずれかの波形を嵩上げもしくは嵩下げして上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定する。また、負荷電流測定値の所定ポイントの測定値を集めて標準偏差を求め、この標準偏差の上限と下限を決定して許容範囲を設定する。また、上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定し、さらに得られた測定値のバラツキを基に検査範囲（幅方向の範囲）を設定する。したがって、いずれの場合でも、許容範囲の上限・下限は、直線ではなしに、実際の状態を再現して曲線的に設定することができる。

【0010】また、このように許容範囲を設定したら検査を行う。すなわち、異常検出手段により、工作機器の作動を行って得られる負荷電流測定値が許容範囲内に納まっているかどうか判定し、測定値が許容範囲から外れた際に異常と判定する。なお、このような正常・異常の判定を測定値波形全体に行うのではなく、所定の検査範囲内で得られる測定値のみ正常・異常を判定でき、これにより、無駄な判定を省いて制御の簡略化を図ることができる。

【0011】

【実施例】本発明の一実施例の工作機器の異常検出装置を図1から図6に基づいて説明する。図1は本実施例の工作機器の異常検出装置を示す説明図、図2は許容範囲の最大値と最小値を求めるフローチャート図、図3は任意ポイントの全測定値による標準偏差を求めるフロー

チャート図、図4は工作機器の異常判定を示すフローチャート図、図5は最大値と最小値および平均値を示すグラフ図である。図6は異常検出した際の上限値と下限値および測定値を示すグラフ図である。

【0012】本発明は工作機器に使用される、主軸モータ、送りモータ等のすべてのモータに適用することができるが、ここでは主軸モータを例にとって説明する。すなわち、図1に示す実施例においては、主軸モータ1と、工具2と、電流センサ3と、平均値保存回路4と、最大値保存回路5と、最小値保存回路6と、演算処理部（CPU）7と、パーソナルコンピュータ8と、を主要な構成としている。なお、前記平均値保存回路4と、最大値保存回路5と、最小値保存回路6と、演算処理部7、およびインターフェース7a、I/O7b、ROM7c、時計7f等を一式まとめて構成したものを判定器Aとする。

【0013】主軸モータ（ACサーボモータ）1は、中心軸にスピンドル9が固着し、スピンドル9の端部には工具（ドリル、バイト等）2が固定される。また、NC装置から指令される信号により主軸モータ1の回転数はコントロールインバータ10により制御される。

【0014】ワーク11は送りテーブル12に載置され、送りテーブル12はNC装置からの指令でワーク11を切削点に移動する。ワーク11が切削点に達し主軸モータ1の工具2と当接すると送りテーブル12が工具2の軸方向に移動し切削加工を開始する。

【0015】電流センサ3は、かご形三相誘導電動機と同様の構造をもつACサーボモータである主軸モータ1の一相の負荷電流変化を検出するものである。この負荷電流は、ワーク11に対して工具2の切り込みが大きくて送りが早ければ、つまり切削の量が多ければ、それだけ主軸モータ1で消費される負荷電流は大きくなる。また、本実施例での電流センサ3は出力を0～10Vに変換するものを使用しているが、このほか0～5Vのものや0～1V用のものもあり、電流センサ3を適宜選択することによって、-10～+10Vの範囲で自由に測定することができる。

【0016】最大値保存回路5は、演算処理部7で判別された、最大値のみを1サイクル分（工具2がワーク11を1回切削加工する時間に相当）を時系列的に保存する。また、パーソナルコンピュータ8で最大値、最小値、平均値を $Y = AX + B$ の関数で処理した修正値、または、1サイクル中任意の範囲を必要箇所だけ修正した上限値を保存する。

【0017】最小値保存回路6は、演算処理部7で判別された最小値のみを前記同様に1サイクル分を時系列的に保存する。また、パーソナルコンピュータ10で最大値、最小値、平均値を $Y = AX + B$ の関数で処理した修正値、または1サイクル中任意の範囲を必要箇所だけ修正した下限値を保存する。



【0018】積算値を測定回数で割って得られる平均値を保存する平均値保存回路4は、時計7dに同調したパルス信号の受信位置のポイントごとにおける測定値の平均値、または判定中の測定値を1サイクル分時系列的に保存するものである。

【0019】演算処理部7は、許容範囲設定用に取り込んだ測定値を前回まで取り込んだ測定値と比較して最大値のみを最大値保存回路5に送り、また、最小値のみを最小値保存回路6に送って保存させたり、測定値を積算して平均値保存回路4に保存させたり、測定内容に従い任意の許容範囲によって測定値を比較することにより工作機器の正常・異常を判定するものであって、パーソナルコンピュータ8により許容範囲が設定される。図中、7aはインターフェース、7bはI/O、7cはROM、7dは時計、7eは最大値保存回路5と最小値回路6と平均値保存回路4とを備えたRAM、7fはA/D変換器、7gはパーソナルコンピュータ8との通信用接続部、7hは警報ランプが接続されるエリア出力部、7jは測定スタートボタン、7kは測定停止用リセットスイッチである。この測定停止用リセットスイッチは、測定途中で操作されたとき、現在測定中の1サイクルが終了した時点で測定を中止させる機能を有する。

【0020】パーソナルコンピュータ8は、標準偏差の算出や演算処理部7における許容範囲の設定、各波形と主軸モータの負荷電流の測定値波形等の表示を行うものであって、本体8aに表示器としてのCRT8bやキーボード等を備えている。本体8aは、判定器Aの接続部7gと専用通信線で接続され、演算処理部7に、重ね書き回数を測定回数として設定したり、1回の工具2によるワーク11の切削加工時間を1サイクル分の測定値個数として設定したり、測定値の取り込みタイミングを設定したり、データの取り込み開始は負荷電流値が設定レベルを通過したのを検知して発信される内部トリガーによって同調するように設定したり、入力信号のスケールによる分解能を設定したりする機能を備えている。また、最大値波形と最小値波形との範囲が最大に開いている任意ポイントの全測定値による標準偏差 $\sigma$ を求めたり、その3倍区間を演算処理部7の許容範囲として設定したり、最大値波形と最小値波形と平均値波形のいずれかを選んで $Y = AX + B$ の式で嵩上げして上限値を選定し、また嵩下げして下限値を設定する。また、前記いずれかの許容範囲を選定し、その1サイクル分を複数のエリアに区切って所定エリアのみを異常判定エリアに設定したり、1サイクル中に何回上・下限から外れたら異常判定を出すかの回数を設定したり、測定モードをシングルモードまたはレピートモードのいずれかとする機能を備えている。

【0021】次に本実施例をフローチャートにより説明する、まず、図2に示すフローチャートについて説明する。この図に示す制御フローは、実際に正常な工作機器

による作動を複数回行って、1回の切削加工で得られる測定値波形の重ね書きを行い、最大値の波形線、最小値の波形線および平均値の波形線を表示する制御フローであって、ステップ101は、条件設定のステップでありパーソナルコンピュータ8を用いて設定した条件をコントロールユニット7内に読み込む。すなわち、パーソナルコンピュータ8により、重ね書き回数（実際に切削加工を行う回数）や、測定値の取り込みタイミング（本実施例では30mS）等の設定をする。なお、データの取り込みタイミングは、例えば、1mS毎から30S毎の範囲で所定の時間毎に設定したり、外部パルスに同期させたりする。また、測定値の取り込み開始は、外部トリガーや内部トリガーや内外組み合わせのトリガーのトリガーのいずれかに設定する。

【0022】ステップ102は、スタートのステップであり、測定スタートボタン7jの投入により行う。ステップ103は、スタートしたことにより工作機器が作動した状態を便宜上示していて、これによりワーク11は工具2により切削加工される。ステップ104は、工具2がワーク11に当接し内部トリガー信号が発信したことを確認し、YESでステップ105に進み、NOでステップ103に戻る。ステップ105は、時計7dにより30mS毎にパルス信号を発信し、ステップ106は、パルス信号に同期して主軸モータ1の負荷電流の測定値を取り込むステップである。

【0023】ステップ107は、前回までの最大値の保存値よりも今回の測定値の方が大きいかな否かを判定するステップであり、YESでステップ108に進み、NOでステップ109に進む。ステップ108は、各測定点での最大値のみ保存するステップであり、この後ステップ111に進む。

【0024】ステップ109は、前回までの最小値の保存値よりも今回の測定値の方が小さいかな否かを判定するステップであり、YESでステップ110に進み、NOでステップ111に進む。ステップ110は、各測定点での最小値のみ保存するステップであり、この後ステップ111に進む。

【0025】ステップ111は、測定点毎の値を積算して保存するステップである。ステップ112は、測定値の個数が設定数に達したかな否かを判定するステップであり、YESでステップ113に進み、NOでステップ105に戻る。なお、この設定数とは、予め定めた1サイクル当たりの測定値の個数である。

【0026】ステップ113は、測定値の回数が設定数に達したかな否かを判定するステップであり、YESでステップ114に進み、NOでステップ103に戻る。ステップ114は、ステップ111で得られた各々の積算値を測定回数（サイクル回数）で割って、各々の平均値を演算するステップであり、続くステップ115は、ステップ108、110、114のデータをパーソナルコ

ンピュータ8に転送するステップである。

【0027】ステップ116は、測定値をCRT10bで表示するステップである。本実施例の場合、ステップ108で集めた最大値のみの波形線と、ステップ110で集めた最小値のみの波形線と、ステップ115で集めた平均値ばかりの波形線との3本の波形線を色違いで表示する。これら3本の1サイクルの波形線は、図5に示すように縦軸を主軸モータ1の負荷電流、横軸を時間としたグラフ上で表示される。

【0028】次に、図3に示すフローチャートについて説明する。このフローチャートは、標準偏差の幅を設定する制御フローである。ステップ201は、条件設定のステップであって、図2のステップ116によりCRT10bで表示されている3本の波形線に基づき、測定値のバラツキを知りたいポイントを設定する。また、測定のために、切削加工する回数をサイクル数として設定する。

【0029】ステップ202はスタートのステップであり、測定スタートボタン7jを操作してスタートする。ステップ203は、切削加工開始を示している。ステップ204は、工具2がワーク11に当接し内部トリガーが発信したことを確認し、YESでステップ205に進み、NOでステップ203に戻る。ステップ205は、主軸モータの負荷電流の測定値がステップ201で設定したポイント（バラツキ具合を見たい部分）に達したか否かを判定するステップであり、YESでステップ206に進み、NOでステップ207に進む。ステップ207は、測定値数が1サイクルが完了する間に測定すべき数（ステップ201で設定）に達したか否かを判定するステップであり、YESでステップ208に進み、NOでステップ205に戻る。

【0030】ステップ208は、測定回数がステップ201で設定した数に達したか否かを判定するステップであり、YESでステップ209に進み、NOでステップ203に戻る。ステップ209は測定を全て完了してパーソナルコンピュータ8へ測定値を転送するステップである。ステップ210は、CRT8bの画面上にデータを表示するステップであって、例えば、CRT8bの横軸に各サイクル順に設定したポイントの測定値を表示するもので、この表示により測定値を確認する。ステップ211は、1サイクル目からステップ201で設定したサイクル数までの範囲の中で、測定値のバラツキと標準偏差を調べたい範囲を設定するステップであり、パーソナルコンピュータ8を用いて、CRT8bを確認しながら行う。ステップ212は、各サイクル中の指定ポイントの測定値を集めて、その標準偏差とバラツキをグラフにして示す処理を行うステップである。

【0031】次に図4に示すフローチャートについて説明する。この制御フローは、許容範囲を設定した後、正常・異常の判定を行うフローである。ステップ301

は、許容範囲を設定するステップである。この場合、パーソナルコンピュータ8を操作して次の設定を行う。

【0032】ステップ116で表示した最大値波形と最小値波形と平均値波形のうちで、いずれか1本を選び、この線を $Y = AX + B$ の式で嵩上げして上限値を設定する。また、同じく、3本の波形線のいずれかを選んで、 $Y = AX + B$ の式で嵩下げして下限値を設定する。上限・下限値で、異常判定に必要な部分や厳しく判定する必要のない部分を、マニュアルで領域を設定し、この部分に点を打って折れ線で上限・下限値を設定する。異常判定時の工作機器の主軸モータ1の負荷電流の測定値を保持する必要があるば、シングルモードに設定し、不要であれば、レピートモードに設定する（マニュアルで選択する）。また、測定領域を最大8分割までの領域出力の分割線を引き設定する。また、1サイクル中に何回上限・下限値から外れたら異常判定を出すのか回数を設定する。

【0033】ここで、シングルモードを選択した場合には、異常判定時に、異常発生と、どの領域で発生したかとを出力し、その異常測定値を1切削加工工程分保持して停止し、パーソナルコンピュータ8へ異常の測定データを転送後、検査を再開する。一方、レピートモードを選択した場合には、異常判定出力と、どの領域で異常判定が出たかとを出力するが、測定値は保持せずに連続して検査を行う。このように、本実施例では、以上説明した図2、図3で示したフローチャートおよび301で制御を行う部分が許容範囲設定手段を構成している。

【0034】次に、ステップ302は、検査をスタートするステップである。ステップ303は、正常・異常の判定が可能な状態となっているかどうかを判定するステップで、YESでステップ304に進み、NOでステップ303を繰り返す。ステップ304は、工作機器を作動させ切削加工を開始するステップである。ステップ305は、工具2がワーク11に当接し内部トリガー信号が発信したことを確認し、YESでステップ306に進み、NOでステップ304に戻る。ステップ306は、時計7dにより30mS毎にパルス信号を発信する。

【0035】ステップ307は、電流センサ3からの負荷電流の測定値をパルス信号に同期して取り込むステップである。続くステップ308では、設定領域判別信号が出力される。ステップ309は、測定値がステップ301で設定した許容範囲に入っているか否かを判定するステップであり、YESでステップ313に進み、NOでステップ310に進む。ステップ310は、測定値が許容範囲を出た回数がステップ301で設定した回数に達したか否かを判定するステップであり、YESでステップ311に進み、NOでステップ313に進む。ステップ311は、異常発生信号を出力するステップである。ステップ312は、この出力を受けて工作機器の工具2の異常に対する所定の処理を行う。ステップ313

は、切削加工が完了するまでの時間が経過するまで測定を行ったか（設定の測定値個数を測定したか）否かを判定するステップであり、YESでステップ314に進み、NOでステップ306に戻る。

【0036】ステップ314は、検査動作モードが、シングルか否か（レピート）を判定し、YESでステップ315に進み、NOでステップ316に進む。ステップ315は、1サイクル分の波形を保持して検査を停止する。ステップ316ではリセットスイッチ7kがONであるか否かを判定し、YESでステップ315に進み、NOでステップ303に戻る。ステップ317では、異常の測定値をパーソナルコンピュータ8に取り込み保存する。ステップ318では、検査を再スタートする。ステップ319では、設定回数分続行したか否かを判定し、YESでステップ320に進んで検査を終了し、NOでステップ303に戻る。ここで、図6は検査モードにおいて測定値が許容範囲である上限値あるいは下限値を越えた場合の1サイクル分の波形線のグラフを示している。このグラフはパーソナルコンピュータ8のCRT8b上に表示され、1サイクルの測定値の時間Tのポイントにおいて、負荷電流の測定値が設定した上限値を越え異常が検出されたことを示している。

【0037】また、本実施例において、許容範囲設定の場合、検査を行う前に、実際に正常な工作機器の作動を複数回行って、コントロールユニット7内に主軸モータ1の負荷電流の測定値を取り込む。このようにして負荷電流の測定値を全て取り込んだら、パーソナルコンピュータ8へ測定値を転送し、CRT8bの画面上に、縦軸を電流値・横軸を時間としたグラフについて、最大値ばかりの波形線、最小値ばかりの波形線、平均値ばかりの波形線を表示させる。このCRT8bの画面により、以下の確認を行う。

【0038】最大値と最小値と平均値の各波形線を見て、全体の再現性を確認する。また、平均値の波形線が最大値の波形線と最小値の波形線との間のどの位置にあるか確認する。また、最大値の波形線と最小値の波形線とが一番開いているポイントを探して確認する。また、重要な部分を拡大して確認する。また、必要なところは、図示しないプリンタで画面コピーする。

【0039】次に、CRT8bの画面に入力データの標準偏差とバラツキをグラフで表示させて（ステップ212）、次の確認を行う。

【0040】1サイクル目から設定した任意のサイクル数までの全体の範囲でバラツキと標準偏差を見る。また、最大値と最小値の測定値の範囲の分割数を変えて確認しやすい分割で確認する。また、全体の中で範囲を決めて、バラツキと標準偏差を求めて、全体のバラツキと標準偏差を比較する。

【0041】以上の確認を行ったら、パーソナルコンピュータ8を操作して、前述のステップ201で説明した

許容範囲の設定を行う。

【0042】また、本実施例において、検査工程の場合、切削加工を開始すると、主軸モータ1の負荷電流の測定値をコントロールユニット7内に取り込み、この測定値が所定の領域内で、許容範囲で定めた上限値および下限値を越えたか否かを判定し（ステップ309）、この越えた回数が設定回数に達したら（ステップ310）、異常が発生したことを知らせる（ステップ311）、なお、この時、シングルモードであれば、この異常発生時の測定値を保持して停止しているので、この測定値をパーソナルコンピュータ8へ出力させスタートスイッチ7jを操作して検査を再開させる。レピートモードであれば、リセットスイッチ7kを操作して検査を1サイクルの終了時点で途中停止させ、そのときの測定値をパーソナルコンピュータ8に出力させて、スタートスイッチ7jを操作し、検査を再開させる。又、このスタートスイッチ7jおよびリセットスイッチ7kの操作は、パーソナルコンピュータ8により、自動的に行うことも可能である。

【0043】ここで、本実施例では、工作機器の異常検出のために主軸モータの負荷電流の変動を電流センサにより検出して異常判定を行うようにしたが、モータとしては例示した主軸モータのほか、被加工物を一定速度で送って加工する工作機器における送りモータ等にも適用できることはいうまでもない。さらに、検出する測定値は振動でもよく、その場合、振動センサを主軸モータの外筐等に取り付けて検査装置を構成することも可能である。

【0044】また、本実施例の判定器Aは、異常検出の入力部において、電圧、電流、振動、圧力、速度、温度等のアナログ値の入力ができるので、そのアナログ入力値を常時監視することにより、サイクル運転を行うあらゆる一般産業機器に対応して検査装置として使用できる。

【0045】

【発明の効果】以上、説明してきたように本発明の工作機器の異常検出装置にあっては、異常検出を行う前に、実際に工作機器の正常な作動を複数回行って、この測定して得られた負荷電流値に基づき、許容範囲を決定し、この許容範囲を基に工作機器の正常・異常の判定を行うようにしているため、工作機器の工具の時間的な変化を主軸モータの負荷電流の測定値に基づき正確に再現して監視でき、工具の折損や破損または焼き付きが発生するのをいち早く検出でき、量産の場合、切削不良のワーク加工の産出を最小限度に抑えることができる。

【0046】また、負荷電流の測定値を重ね書きし、この重ね書きした測定値から、上限値波形、下限値波形、平均値波形を少なくともいずれか一つを求め、このいずれかの波形を嵩上げもしくは嵩下げして上限値波形と下限値波形を決定して許容範囲を設定しているため、直線



での上限・下限との判定と違って、いっそう正確な判定が可能となる。

【0047】また、複数回の成形で得られた最大値波形、最小値波形、平均値波形を基に、検査を重点的に行う必要がある領域を設定し、再び、実際に切削加工を多数回行って、この重要な領域の標準偏差およびバラツキを求め、これを基に、許容範囲内外であるか否かを判定する領域を決定できるため、信頼性の高い許容範囲を得ることができる。

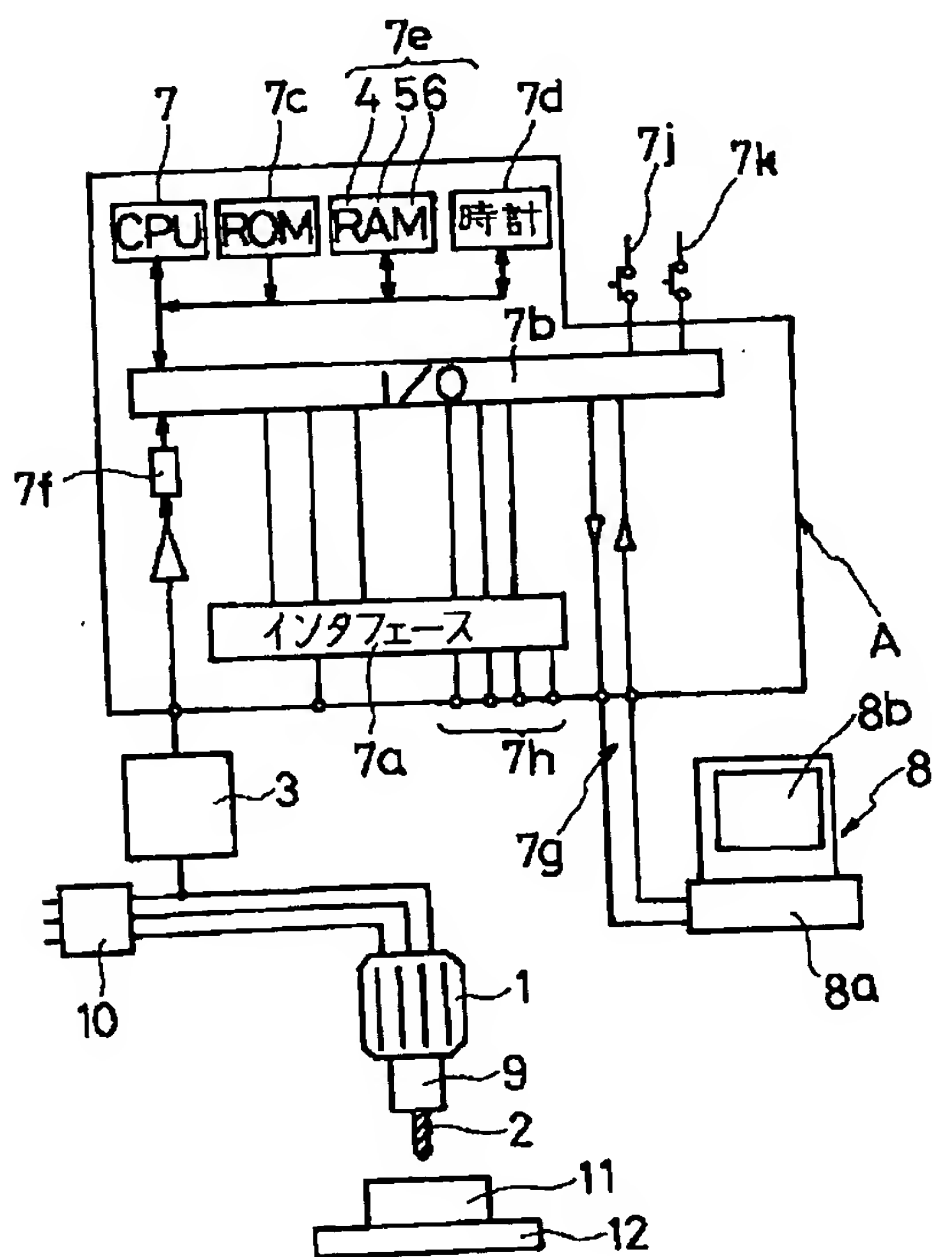
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の工作機器の異常検出装置を示す説明図である。

【図2】最大値と最小値および平均値を求めるフローチャート図である。

【図3】任意ポイントの全測定値による標準偏差を求めるフローチャート図である。

【図1】



【図4】工作機器の異常判定を示すフローチャート図である。

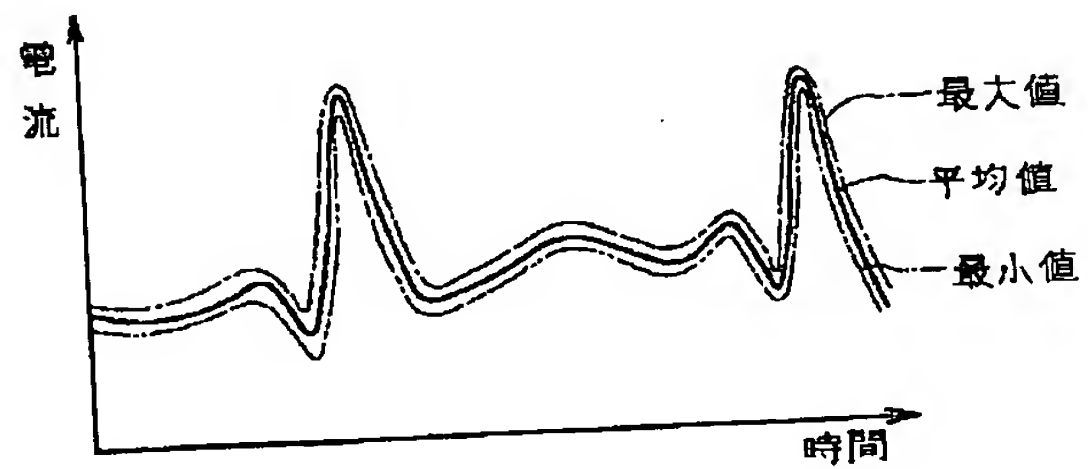
【図5】最大値と最小値および平均値を示すグラフ図である。

【図6】異常検出した際の上限値と下限値および測定値を示すグラフ図である。

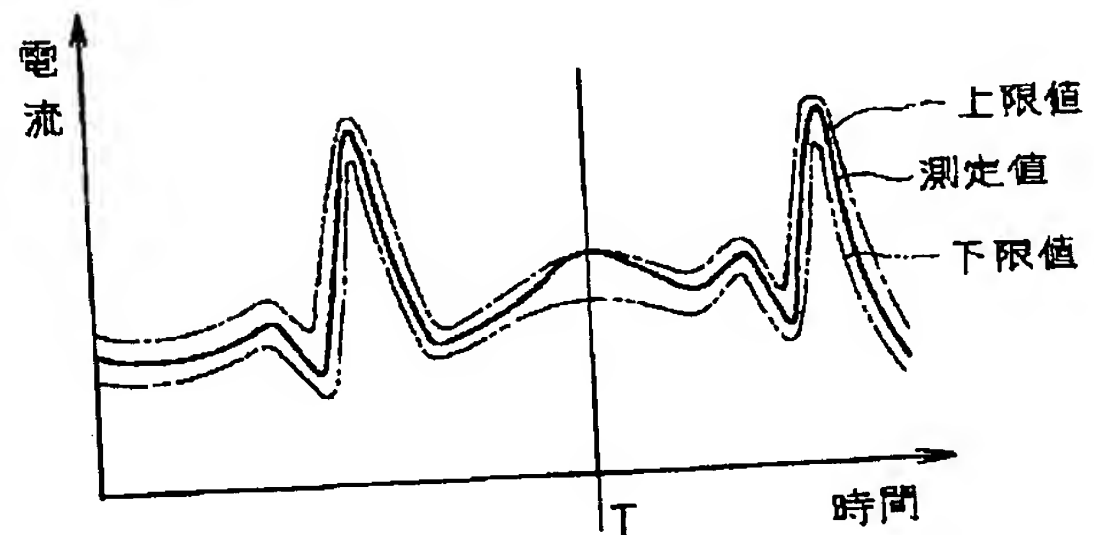
【符号の説明】

- A 判定器
- 1 主軸モータ
- 2 工具
- 3 電流センサ
- 4 上限値保存回路
- 5 下限値保存回路
- 6 平均値保存回路
- 8 パーソナルコンピュータ

【図5】

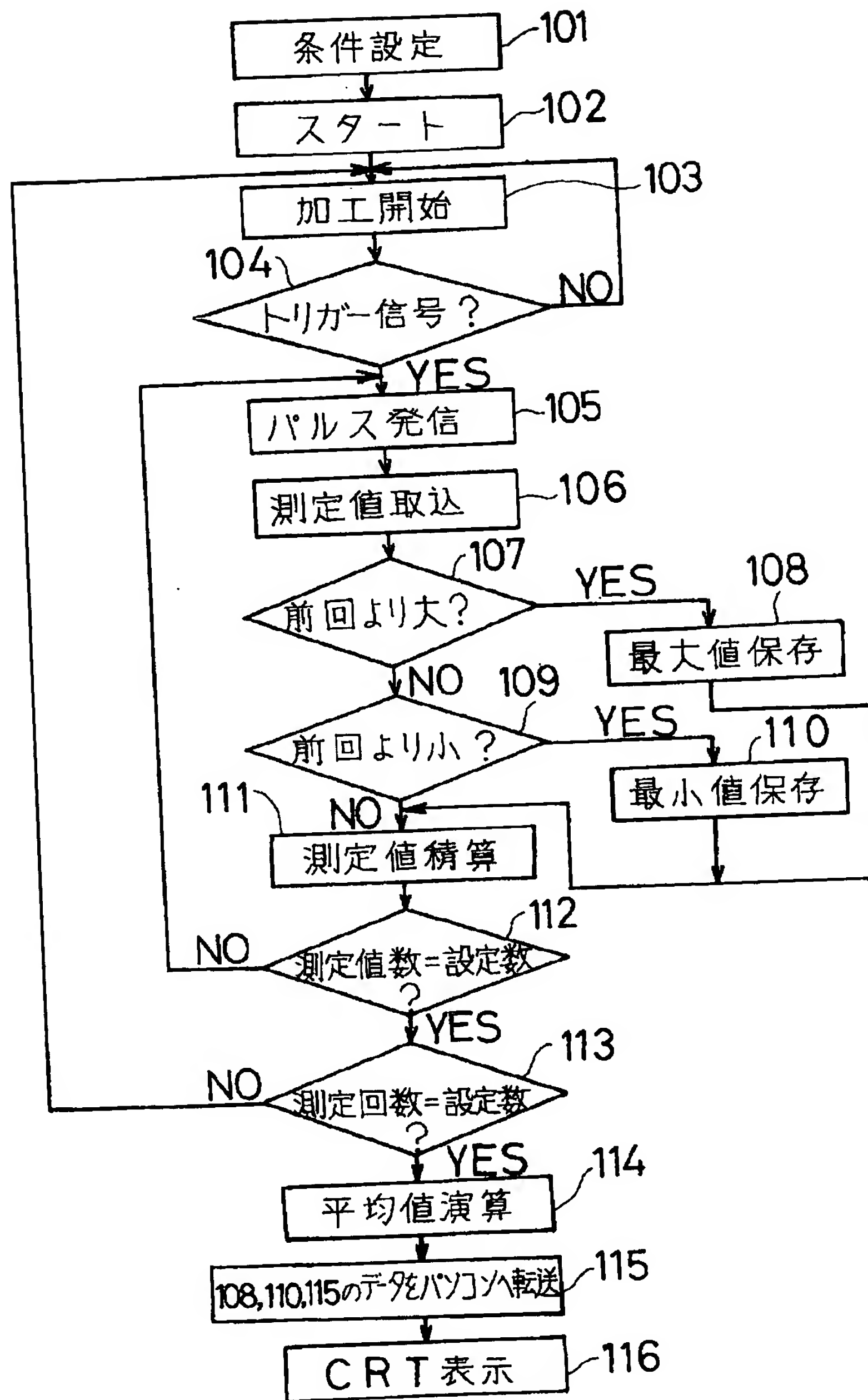


【図6】

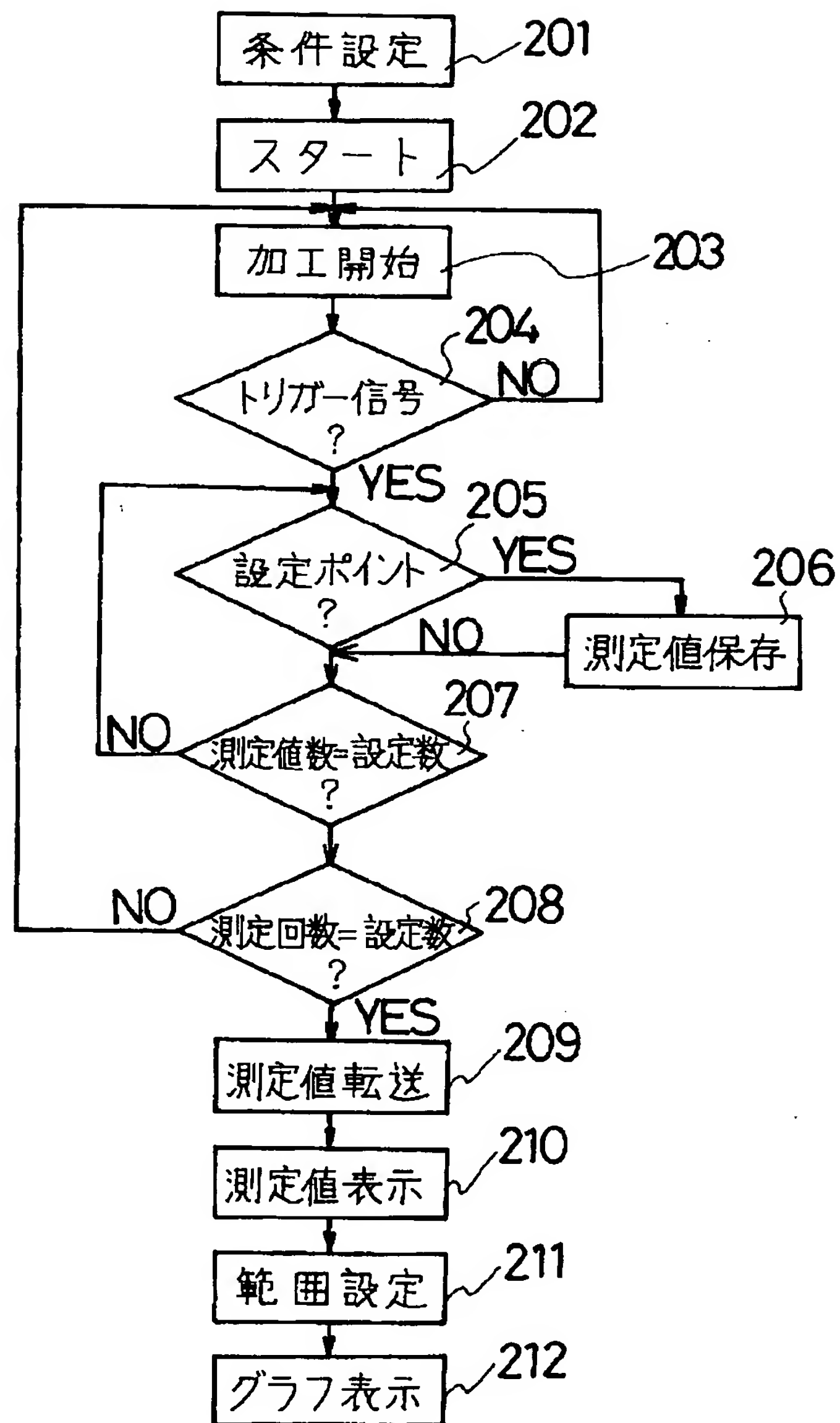




【図2】



【図 3】



【図4】

